

Departamento de Conservación y Restauración
Facultad de Ciencias y Tecnología
Universidad Nueva de Lisboa

LOS *SOCARRATS* VALENCIANOS. ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN Y TÉCNICAS DE LIMPIEZA

Por: Luís Miguel Faria Soares Pinho da Silva

Disertación presentada en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la
Universidad Nueva de Lisboa para obtención del grado de Master
en Conservación y Restauración (Área de Cerámica)

Orientadoras: Elvira Aura Castro e Maria Teresa Doménech- Carbò
Departamento de Conservación y Restauración de la Facultad de
Bellas Artes San Carlos de la Universidad Politécnica de Valencia

Lisboa, 2007

CONTENIDOS

<u>1. RESUMEN</u>	<u>1</u>
<u>2. INTRODUCCIÓN</u>	<u>2</u>
<u>3. EXPERIMENTAL</u>	<u>4</u>
<i>3.1. INSTRUMENTACIÓN Y MATERIALES</i>	<i>4</i>
<i>3.2. DIAGNÓSTICO</i>	<i>7</i>
<i>3.3. PREPARACIÓN DE RÉPLICAS</i>	<i>7</i>
<u>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	<u>8</u>
<i>4.1. MICROSCOPIA ÓPTICA</i>	<i>8</i>
<i>4.2. MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO – MICROSONDA ELECTRÓNICA</i>	<i>9</i>
<i>4.3. DIFRACCIÓN DE RAYOS X</i>	<i>14</i>
<i>4.4. ESPECTROMETRÍA DE INFRARROJO POR TRANSFORMADA DE FOURIER</i>	<i>15</i>
<i>4.5. VOLTAMPEROMETRÍA DE MICROPARTÍCULAS</i>	<i>16</i>
<i>4.6. ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL</i>	<i>18</i>
<i>4.7. DESALACIÓN</i>	<i>19</i>
<i>4.8. LIMPIEZA</i>	<i>22</i>
<u>5. CONCLUSIÓN</u>	<u>24</u>
<u>6. BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>24</u>
<u>7. AGRADECIMIENTOS</u>	<u>26</u>
<u>8. ANEXOS</u>	<u>27</u>
<i>8.1. TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS PASTAS CERÁMICAS</i>	<i>27</i>
<i>8.2. VOLTAGRAMAS OBTENIDOS CON ÓXIDO DE HIERRO Y HEMATITA ESPAÑOLA</i>	<i>28</i>
<i>8.3. TABLA DE DATOS VARIADOS RELATIVOS A LOS SOCARRATS ANALIZADOS</i>	<i>29</i>

1. RESUMEN

La necesidad de realizar una intervención de conservación y restauración sobre un conjunto de *socarrats* proveniente de excavaciones arqueológicas realizadas en Manises y la escasez de estudios sobre ellos, ha motivado la investigación de los materiales y tecnologías utilizados para su producción y de metodologías para llevar a cabo su limpieza.

Ciertamente, la insuficiente investigación realizada en torno al estudio de los *socarrats* valencianos plantea actualmente cierta discusión en cuanto a su técnica, de este modo, su técnica decorativa estaría más vinculada con la pintura mural que con técnicas de decoración

cerámica propiamente dichas, hecho que dota estas piezas de una excepcional singularidad y dificultad a la hora de intervenirlas.

Se llevó a cabo la caracterización de dieciséis *socarrats* depositados en Museo Municipal de Cerámica de Manises mediante un conjunto de técnicas analíticas: OM, SEM-EDX, XRD, FTIR, VMP, a fin de identificar tanto la técnica como de determinar el estado de conservación. Dicho estudio se ha completado analizando por colorimetría el cambio cromático de una serie de réplicas sometidas a envejecimiento artificial. Los materiales y métodos óptimos de limpieza se han establecido en base al estudio experimental desarrollado tanto sobre las réplicas como los *socarrats* originales, permitiendo una intervención consciente sobre las obras.

2. INTRODUCCIÓN

El término *socarrat*¹ designa las placas de barro cocido cubiertas con una base blanca y decoradas generalmente en rojo y negro, colocadas entre vigas, en techos y aleros de edificios. Principalmente, son propios del período medieval (con extensión a épocas posteriores), y aparecen sobre todo en la zona de Valencia. Se conocen otras palabras que nombran piezas con funciones semejantes a los *socarrats* como *rajola*, *maó prim*, *atovó* o *cairó*.



Figura 1. *Socarrats* con un tercio de su superficie decorada y visible en un alero de Benafigos, Castellón [3]



Figura 2. *Socarrats* dispuestos entre vigas en un alero de la Alquería de Pinohermoso, Burjasot, Valencia [3]

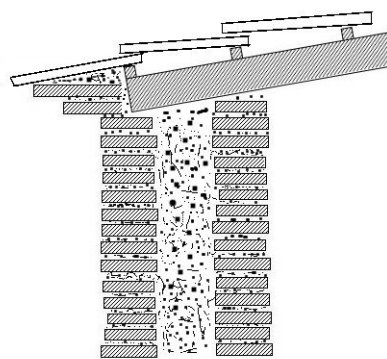


Figura 3. Esquema de aplicación de *socarrats* en aleros similar al de la Figura 1

El primer registro sobre su existencia remonta a 1604, cuando D. Feliciano de Figueroa, Bispo de Segorbe refiere en un trabajo conteniendo consideraciones sobre la civilización islámica, que en una casa contigua a la Iglesia de San Pedro se encontraron “los ladrillos de la cubierta y paredes escritos de muchas sentencias del Alcorán de Maoma en arábigo con letras grandes del Alcorán coloradas y conservadas hasta el día de hoy” [2].

Los *socarrats* se fabricaban principalmente en dos formatos: uno de menor dimensión, con 30 x 15 x 3 cm y otro más grande, de 40 x 30 x 3 cm (medidas aproximadas). El primer formato podía ser aplicado en las construcciones de dos maneras: decorando aleros (parte del tejado que sobrepasa los límites de los muros hacia el exterior), con dos tercios de su

¹ Palabra del valenciano con dos acepciones: socarrat: n (1) (CERÀM) *Rajola ordinària de fang bescuitat, per a cubrir l'espai entre les bigues del sostre* (2) (GASTR) *Porció inferior de l'arròs de la paella, una mica cremat però mengívol* [1]

superficie apoyados sobre los muros, sobrando un tercio visible y decorado (**Figura 1, Figura 3**); cumpliendo similar función arquitectónica, formando parte de un alero pero dispuestos entre vigas y totalmente visibles y decorados (**Figura 2**). También podían haber sido utilizados componiendo frisos en terrazas, escaleras u otros lugares [4].

El formato más grande se destinaba al entrevigado de techos interiores. Además de su función decorativa, estas piezas adquirirían funciones estructurales tanto por servir de soporte a pavimentos de pisos (**Figura 4**) o a tejados (**Figura 5**). El formato más pequeño (de 15 x 30 x 3 cm) podía asimismo cumplir esta función [7] (**Figura 6**). Se sabe también que los *socarrats* eran frecuentemente reutilizados, integrando muros o nivelando pavimentos [4]. Tradicionalmente considerados como provenientes de Paterna [9], ha sido documentada su presencia, o de objetos semejantes, en Manises [10] y en muchos otros lugares de Valencia, Aragón, Cataluña y Baleares [11].



Figura 4. Aplicación de ladrillos vidriados y decorados como *socarrats* en un entrevigado actual[5]



Figura 5. Aplicación actual de ladrillos vidriados y decorados como *socarrats* en la cruz del término de Tavernes Blanques, Valencia[6]

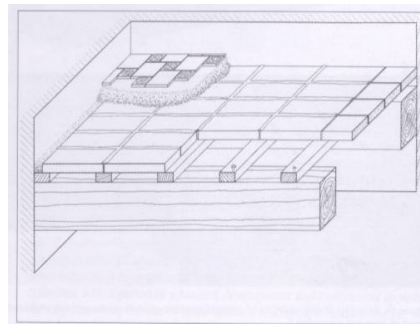


Figura 6. Esquema de asentamiento de *socarrats* con pavimento sobrepuesto. [8]

En cuanto a las técnicas de fabricación de los *socarrats*, el asunto genera un amplio debate. Tratándose de objetos cuya base es cerámica, la controversia empieza en las fases que suceden al secado de la pasta moldeada. La decoración de los ladrillos secos, al aplicar la capa de fondo blanco, pintura y posible cocción posterior, nos ofrecen una gran diversidad de perspectivas que pueden resumirse esencialmente en dos.

Una es la que nos ofrece González Martí [9] y posteriores, según lo cual el ladrillo seco estaría cubierto por una capa de tierra caolínica, se pintaba después con óxidos de hierro y manganeso, se cocía y en resultado, se obtendría una decoración mate. Basado en un episodio ocurrido en Paterna en que se descubrieron cerca de cincuenta *socarrats*, atesta la falsedad de unos ladrillos cubiertos con doce capas de cal y humo. Cuando lavados con estropajo y agua perdían toda la decoración; la capa caolínica y los pigmentos cocidos resistirían a tal tratamiento.

Antes de González Martí algunos autores han apuntado la utilización de cal no cocida como material de decoración de los *socarrats* [12], pero esa inexistencia de cocción y la naturaleza

de los pigmentos no siempre ha quedado clara [13]. Posteriormente, Blat Monsó [14] y otros [15],[16] han ratificado este método.

Dos análisis recientes, corroboran la hipótesis de Blat Monsó, aunque se hacen ligeras confusiones entre los varios compuestos que integran el ciclo de la cal [6], o se presentan resultados de forma poco clara [17]. El último trabajo efectuado, atesta ya más claramente que la capa blanca que cubre los *socarrats* se compone de cal, los pigmentos rojos por almagra y los negros, por negro manganeso y negro carbón [18]. Los compuestos presentes en las pastas llevan a establecer temperaturas de cocción en torno a los 900 °C e incluso superiores (presencia de mullita y cristobalita). Temperaturas de este orden harían inviable la presencia de calcita ya que esta se descompone en óxido de calcio y dióxido de carbón a 787 °C. Una prueba visible de la utilización de la pintura en frío sobre cal para decoración de *socarrats* es la presencia del punteado de carbón característico de un estarcido en ejemplares hallados en la ampliación del Museo de Cerámica de Manises [19].

Encontramos básicamente tres tipos de representación simbólica en los *socarrats*: religiosa, mágica y representación social. La primera se verifica en elementos de carácter religioso como cruces o inscripciones, de las cuales el caso más emblemático es el de los ladrillos de alero de la mezquita de la Xara en Valldigna, ostentando versículos coránicos. La segunda, la vertiente mágica, se evidencia con las manos de Fátima, barcos, torres e ciertos animales o figuras quiméricas como el *Butoni*, monstruo que hace parte del imaginario valenciano. Con el uso de símbolos heráldicos y de elementos decorados en espacio visible, revelando la identidad y condición social de los señores de entonces, se cumplía la función de representación social. Las escenas cortesanas y satíricas también se han representado en estas piezas. Mas allá de la decoración arquitectónica, se utilizaron *socarrats* en proclamas públicas, como en el caso del edicto para recluta de soldados del duque de Segorbe, de 1513 [11].

En lo que respecta a iniciativas de conservación y restauración de *socarrats*, la información existente es escasa y carece de divulgación [17] [20]. Por eso ha sido necesario recurrir a trabajos realizados en otros ámbitos, pero aplicables a esta investigación. [21], [22]

La metodología seguida en esta investigación ha comprendido cuatro etapas:

1. Caracterización de los materiales presentes en la pasta, capa blanca y pintura;
2. Determinación de los cambios cromáticos originados por envejecimiento artificial;
3. Pruebas de desalación y limpieza sobre réplicas y obra real

3. EXPERIMENTAL

3.1. Instrumentación y materiales

Se utilizaron los siguientes métodos y equipos de análisis:

- Para la preparación de las muestras estratigráficas se han utilizado el Kit Struers Serifix® (resina de poliéster), devastadora Struers Knuth Rotor 2®, y lijas de agua 220, 500, 2400 e

4000 para examen estratigráfico. El nivel de pulimento se ha controlado con una lupa Leica GZ 6®.

- El examen por microscopia óptica se ha realizado con el microscopio Leica DM RXP®, con sistema fotográfico Leica MPS 60 acoplado,
- La caracterización del bizcocho, capa pictórica y pigmentos se ha llevado a cabo con el Microscopio Electrónico Jeol JSM 6300 con microsonda de radio X Link-Oxford Isis, operando con voltaje de 20 kV, haz de $2 \cdot 10^{-9}$ Å y una distancia de trabajo de 15 mm. Las muestras han sido cubiertas con carbón. Para el análisis cuantitativo de las pastas cerámicas se han analizado tres áreas distintas, se ha calculado su promedio y desviación standard.
- La caracterización de la capa blanca se ha realizado con el espectrómetro de infrarrojo Vertex® 70v, con un detector revestido y estabilizado térmicamente por FR-DGTS (fast recovery deuterated triglycine sulfate). Número de barridos: 32, resolución 4 cm^{-1} . El software de análisis que acompaña el equipo es OPUS®.
- La identificación de especies cristalográficas en la pasta cerámica se ha llevado a cabo según el método de los polvos, con el difractómetro de rayos X Philips PW 1830 DMP 2000, con anticátodo de cobre. La identificación se hizo con software apropiado y datos de patrones del International Centre for Diffraction Data de EEUU.
- Los análisis de voltamperometría se realizaron a 298 K, después de la inmersión de electrodos de grafito impregnados con parafina en soluciones desaireadas 0.20 M HCl utilizando un equipamiento CH 1420. Se utilizó un montaje convencional de tres electrodos, con un electrodo PIGE de trabajo, un electrodo auxiliar de hilo de platina y otro de AgCl (3M NaCl)/Ag como electrodo de referencia.
- Todas las pesajes se efectuaron recurriendo a la balanza de precisión Precisa XT 120 A®.
- Para la elaboración de réplicas, se han utilizado ladrillos cerámicos de $5 \times 5 \times 1$ de la Casa del Ceramista Juan, en Manises, *grassello* de cal apagada CTS, pH 12-13.5, $d = 1.59 \text{ g/cm}^3$, pigmento rojo 'Rosso di Marte' PR101 Maimeri, pigmento negro 'negro carbón' Kremer (PBk10.77265), pigmento 'negro manganoso' Kremer PBk14.77728. Se han producido 5 series de muestras para análisis colorimétrico: SE (sin envejecimiento, han servido de control), HT (envejecimiento acelerado por acción de humedad y temperatura), (acción de dióxido de azufre), UV (acción de la luz ultravioleta), y ME (sometidas a todos los procesos de envejecimiento). En cada una de las series se incluía una muestra blanca (solamente cubierta de cal), una cubierta con cal y negro de manganoso, otra con cal y negro de carbón y finalmente una con cal y rojo almagra. Se han preparado muestras de reserva para todos los colores, siguiendo el proceso ME.
- El cambio cromático de las réplicas se ha determinado con Minolta® CM-2600 D, área de análisis pequeña, iluminante D65, observador a 10° , sistema de medida CIELAB. Se han realizado tres mediciones en cuatro puntos de cada réplica envejecida de la cual se presenta el promedio como resultado final.

- El proceso de envejecimiento acelerado por acción de la humedad y temperatura se hizo con la cámara Dycometal DI-100®. Los ciclos de envejecimiento han sido definidos para durar 48 horas y se repitieron durante 24 días. La humedad se ha mantenido en un intervalo de $70 \pm 10\%$. Los tramos se definieron conforme la tabla:

Tramos	1	2	3	4	5	6	7
T inicial (°C)	25	40	40	80	80	40	40
T final (°C)	40	40	80	80	40	40	25
Duración (h)	6	6	6	6	6	6	6

- Para proceder al envejecimiento acelerado por UV, las muestras han sido irradiadas en una cámara Dycometal QUV-Basic®, con lámparas UVB-313EL. El ensayo ha durado 9 horas.
- El envejecimiento acelerado por acción de SO_2 se ha desarrollado en una cámara Dycometal VCK-300® preparada para testar DIN-50.108 (el test Kesternich). Las muestras fueron sometidas a cuatro ciclos consecutivos: el primero y el tercero de 8 horas en cámara cerrada con atmosfera saturada en SO_2 y el segundo el cuarto de 8 horas en cámara abierta. La temperatura y humedad relativa se han mantenido en valores constantes de $40^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ y 100%. La concentración durante el experimento se ha mantenido al valor constante de 2 g/l.
- La contaminación de las probetas con sales se ha hecho en solución 1.5 M de sal marina refinada durante veinticuatro horas, adaptando el procedimiento descrito en la literatura [23].
- El agua utilizada se ha desionizado con la columna de destilación Vivendi Water® 8000/E51
- Las papetas de celulosa se han elaborado con fibra de celulosa Arbocel® BW40, BC200, BC1000 y fibra textil Tecnotiss®. Para las pruebas de salinidad, se prepararon papetas de 5 x 5 x 1 cm, añadiendo 45 g de agua desionizada a 70°C a 10 g de papeta (razón de 0,22 g por cada g de agua). La aplicación se ha hecho durante 10 minutos sobre el anverso de las piezas. Las papetas de desalación se prepararon de la misma forma, ajustando las cantidades a la medida de las piezas. Previo a la aplicación de las papetas, se calentaron las muestras a 40°C durante 24 horas, se mojaron superficialmente con agua desionizada y se cubrieron con Tecnotiss®. Las papetas se cubrieron con film transparente y hoja de aluminio.
- Las mediciones de sales se han efectuado con el conductímetro CONMET 1 de Hannah®. Las papetas se pesaron después de su utilización y se les añadió el doble de su peso en agua, de modo a permitir la obtención de una cantidad de agua suficiente para efectuar mediciones con el conductímetro.
- El control de la limpieza se ha efectuado utilizando las lupas Leica® MZ 75 y Leica® MZ APO con el software Leica® Application Suite.

- Las pruebas de limpieza se han efectuado con gomas Wishab®, hisopos de algodón, paletas y pinceles, detergente Synperonic® N (Productos de Conservación S.A.) en solución acuosa 5% volumen.

3.2. Diagnóstico

Tratándose de un conjunto constituido por piezas desenterradas, la alteración verificada en todas ellas es muy similar. Enseguida apuntaremos algunas formas de alteración que afectan todo el conjunto:

- Fracturas. Los fragmentos que constituyen este conjunto presentan evidentes señales de fractura, generadas por la presión de la tierra o por descuido, en los casos en que el contexto del hallazgo no fue una excavación arqueológica.
- Fisuras. En la capa blanca presentan fisuras visibles, formando redes, debidas a los cambios termo-higrométricos, a contracciones generadas por la carbonatación en su fabricación y por alteración química de los carbonatos a sulfatos (tensiones mecánicas, aumento de porosidad).
- Concreciones. Sobre la capa de cal y el cuerpo cerámico se presentan concreciones motivadas por el contacto íntimo con la tierra adyacente, por contacto con morteros, por depósitos inadvertidos de cal o cemento.
- Desgastes, destacamentos de capa pictórica. La deficiente cohesión y adhesión de los pigmentos negro y rojo provoca desgaste de las capas pictóricas hasta su pérdida completa. Se observa también la desaparición de la capa de cal, por evolución de las fisuras anteriormente referidas.
- Alteraciones cromáticas. El contacto con materias extrañas al cuerpo cerámico, de diversos tipos, provoca la aparición de manchas. Destáquese un velo blanco que cubre todas las piezas.

De referir también las motas que se observan en una pieza y las manchas en otra que ha sido retirada de lo que eran los vestigios de un pozo ciego.

3.3. Preparación de réplicas

Para obtener réplicas de *socarrats*, se han realizado varias pruebas, cuyas principales dificultades han sido evitar la aparición de grietas y burbujas, obtener un secado razonable y una capa pictórica uniforme. Por eso, se han experimentado varias concentraciones de la lechada aplicada y de pigmentos. Finalmente se ha obtenido una lechada considerada óptima añadiendo 100 mL de agua de cal a 650 g de cal apagada (con una razón de 4.33 g de cal por mL de agua). Lo mismo se ha hecho con la preparación de tintas rojas y negras. Para estas se añadió en tres recipientes separados a 150 mL de agua de cal y 0,1 g de almagra, 0,35 g de

negro de manganeso y 0,15 g de negro carbón. La metodología de elaboración de las réplicas ha sido la siguiente:


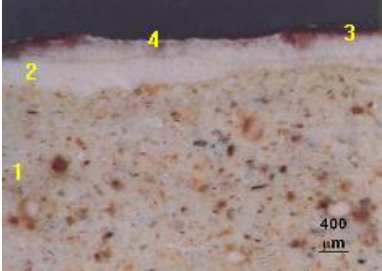

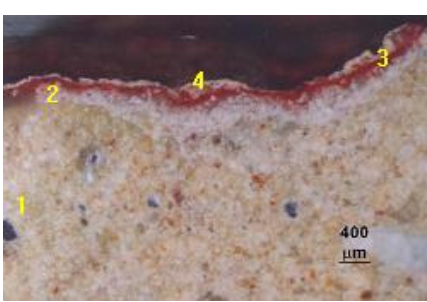
- Introducir los ladrillos cerámicos durante veinticuatro horas en agua desionizada para eliminar el aire depositado en sus poros. Antes de la aplicación se sacaban del agua y se secaban con un paño.
- Aplicar la cal con una escoba de fibras vegetales, de modo a dejar impronta.
- Después de la pérdida de brillo superficial, dejar que el secado siga por dos horas más.
- Aplicar el pigmento con pincel y dejar secar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Microscopia óptica

La microscopia óptica nos ha permitido observar la disposición de los estratos pictóricos en las obras. Se han analizado las secciones transversales de cada uno de los *socarrats* previamente englobadas en resina de poliéster.

Tabla 1. Análisis estratigráfica de las secciones transversales realizadas sobre los *socarrats* originales

Leyenda y descripción	Fotografía del objeto	Fotografía obtenida por observación microscópica de la sección transversal
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bizcocho cerámico 2. Capa blanca 3. Capa pictórica roja 4. Desgaste de la capa roja <p>Se observa una capa blanca compacta sobre la cual ha sido aplicada una capa roja que se presenta desgastada.</p>	 <p>Figura 7. Fotografía del <i>socarrat</i> 4</p>	 <p>Figura 8. Capa roja. Imagen de la sección transversal del <i>socarrat</i> 4, 50 aumentos, nícoles cruzados (XPL)</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bizcocho cerámico 2. Capa blanca con alteración 3. Capa pictórica roja 4. Velo blanco con alteración <p>Capa blanca porosa sobre la cual se dispone una capa roja uniforme y de color vivo. La granulometría heterométrica del pigmento es característica de óxidos de hierro y tierras rojas. Hay también un velo blanco de textura semejante a la capa subyacente del mismo color.</p>	 <p>Figura 9. Fotografía del <i>socarrat</i> 13</p>	 <p>Figura 10. Capa roja y alteración. Imagen de la sección transversal del <i>socarrat</i> 13, 50 aumentos (XPL)</p>

<ol style="list-style-type: none"> 1. Bizcocho cerámico 2. Capa blanca con alteración 3. Capa pictórica negra 4. Capa de suciedad <p>Se observa una capa blanca fina y porosa. Debajo de los depósitos superficiales de tierra se observa una capa fina y poco uniforme, integrada por fragmentos aislados de pigmento negro</p>	 <p>Figura 11. Fotografía del socarrat 5</p>	 <p>Figura 12. Capa negra y alteración. Imagen de la sección transversal del socarrat 5, 100 aumentos, (XPL)</p>
--	--	--


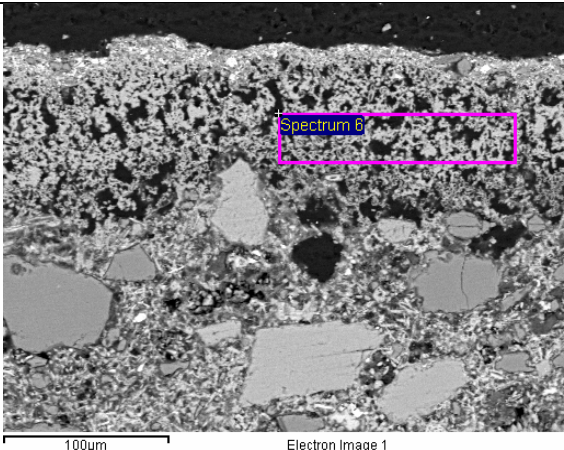
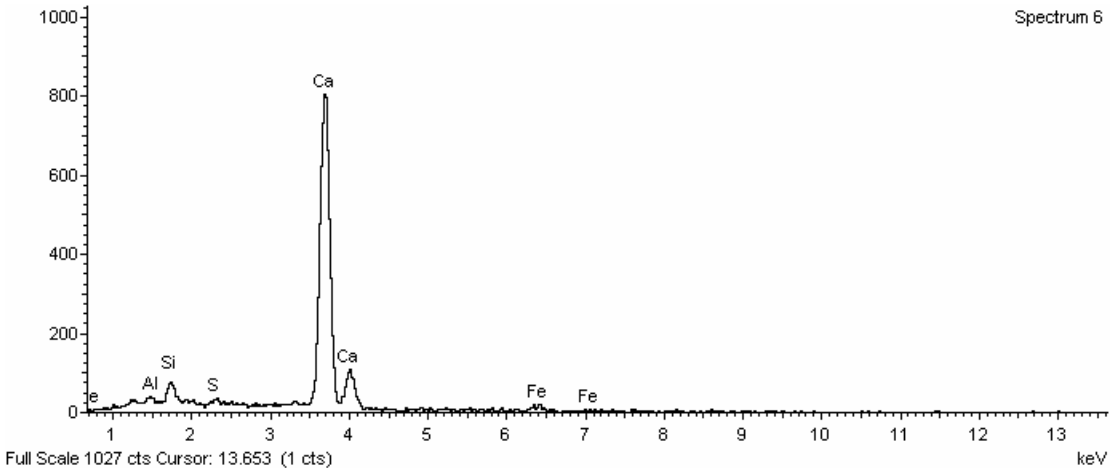
El soporte de los dieciséis *socarrats* que han sido objeto de estudio está constituido por fragmentos de cerámica consistentes y bien cocidos, de colores que van del ocre amarillo a tierra, con porosidad variable. Todos han estado enterrados por un largo período de su existencia: doce son provenientes de excavaciones arqueológicas realizadas en la última década del siglo XX en Manises y cuatro de ellos (3, 10, 13, 14) se han hallado ocasionalmente mientras se reformaban edificios de la ciudad. En todos ellos se detecta la presencia de granos de cuarzo, especialmente evidentes en la **Figura 12** por su comportamiento óptico típico.

El examen de las secciones transversales extraídas de los originales ha permitido entender mejor como funcionaba el proceso decorativo de este tipo de piezas. Sobre el soporte cerámico se aplicaría una capa de cal, a veces un dibujo preparatorio (estarcido) y luego se haría la pintura con una tinta formulada con agua de cal y pigmentos. Aunque se puedan verificar penetraciones parciales (**Figura 8**) o totales (**Figura 12**) de tinta en las capas pictóricas, esa observación no sirve para determinar categóricamente si los *socarrats* se pintaban en fresco o en seco. Las capas pictóricas en la **Figura 10** y la **Figura 12** se presentan irregulares y porosas, probablemente debido a fenómenos de alteración. Nótese también el contacto íntimo de la capa pictórica con la suciedad (tierra, **Figura 11**).

4.2. Microscopia electrónica de barrido – microsonda electrónica

La microscopia electrónica de barrido combinada con la espectrometría de rayos X se ha utilizado para caracterizar morfológica y químicamente las secciones transversales previamente observadas al microscopio óptico. Esta técnica permite obtener imágenes cuyo color (en escala de grises) depende de la densidad electrónica del área observada (electrones retrodispersados, BSE). Otras posibilidades que la técnica ofrece son la obtención de imágenes donde predomina el efecto topográfico (electrones secundarios, SE), o mapas de densidad electrónica. Con esta técnica se ha caracterizado la morfología y composición elemental de cada estrato pictórico y cuantificado los componentes de la pasta cerámica.

Tabla 2. Análisis por SEM-EDX de las secciones transversales realizadas sobre los socarrats originales

Capa blanca (muestra 10)	
Microscopia óptica	Microscopia electrónica (SEM)
 <p>Figura 13. Imagen de la sección transversal del socarrat 10. 50 aumentos, nícoles cruzados (X)</p>	 <p>Figura 14. Imagen de la sección transversal de la muestra 10. 370 aumentos, BSE (electrones retrodispersados)</p>
Microsonda de rayos X (EDX)	
 <p>Figura 15. Espectro obtenido en el área señalada en la figura anterior, donde están presentes los elementos calcio, hierro, aluminio, sílice, azufre.</p>	

Capa negra (Muestra 9)



Figura 16. Imagen de la sección transversal del *socarrat* 9. 100 aumentos, (X)

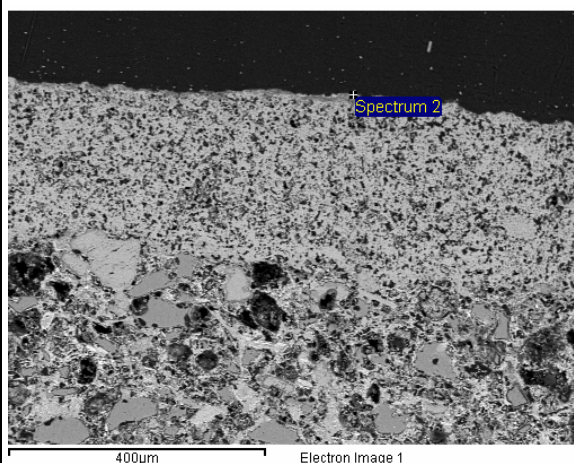


Figura 17. Imagen de la sección transversal del *socarrat* 9. 140 aumentos, BSE

Microsonda de rayos X (EDX)

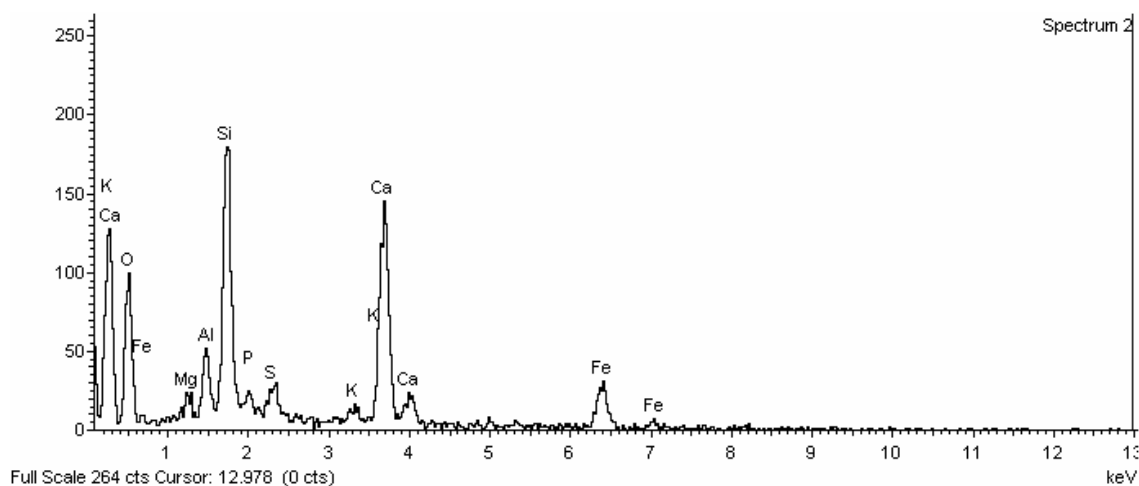


Figura 18. Espectro obtenido en el punto señalado en la figura anterior, donde están presentes los elementos hierro, calcio, potasio, azufre, fósforo, sílice, aluminio, magnesio y oxígeno. No hay cualquiera señal de la presencia de manganeso. El carbón ha servido de recubrimiento en el montaje para análisis y por eso tuvo que ser eliminado en todos los espectros.

Capa roja (Muestra 5)

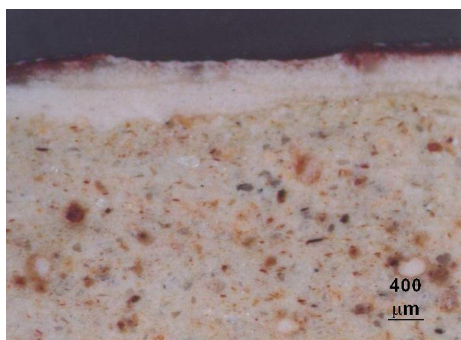


Figura 19. Imagen de la sección transversal del socarrat 4, 50 aumentos, (X)

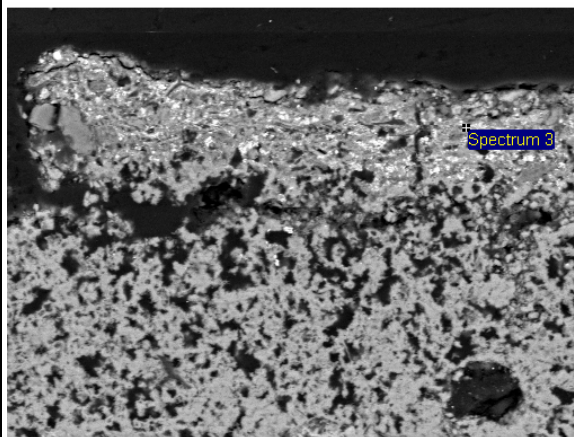


Figura 20. Imagen de la sección transversal del socarrat 4, 600 aumentos BSE.

Microsonda de rayos X (EDX)

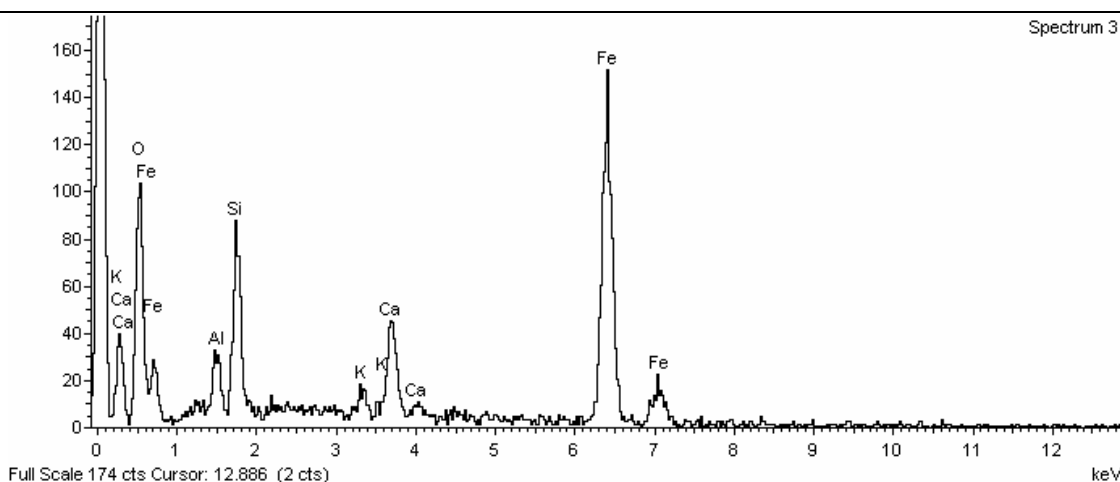


Figura 21. Espectro obtenido en el punto señalado en la figura anterior donde están presentes los elementos hierro, calcio, potasio, sílice, aluminio y oxígeno.

En cuanto a la morfología de las pastas cerámicas (**Figura 14, Figura 17, Figura 20**), se ha confirmado el buen estado de conservación de las mismas. Se observan una textura sinterizada y poca porosidad (sinónimo de una pasta con alguna calidad y cocción bien ejecutada), lo que ha dificultado la penetración y degradación por sales solubles.

La capa blanca es visiblemente porosa (**Figura 14, Figura 17, Figura 20**) y la espectrometría de rayos X confirma la presencia de calcio en el área analizada (**Figura 15**), con origen posible en una cal carbonatada. Los elementos silicio y aluminio detectados serán provenientes de contaminación por contacto de la capa blanca con la pasta cerámica. El azufre puede tener origen en un yeso, típico producto de alteración de compuestos carbonatados.

Con el análisis de la pintura negra (**Figura 17**) se pretendía entender si el negro era de carbón o de manganeso. El espectro de rayos X obtenido en el punto analizado nos permite

afirmar que no se registra la presencia de manganeso (**Figura 18**). El análisis del pigmento rojo ha confirmado la presencia de hierro (**Figura 21**). Cuanto a las otras señales registradas, la interpretación que hacemos de ellas es la misma que hicimos para el análisis anterior.

Tabla 3. Relación de los porcentajes ponderales de sílica vs otros óxidos de elementos mayoritarios y minoritarios en la pasta cerámica de los *socarrats* analizados

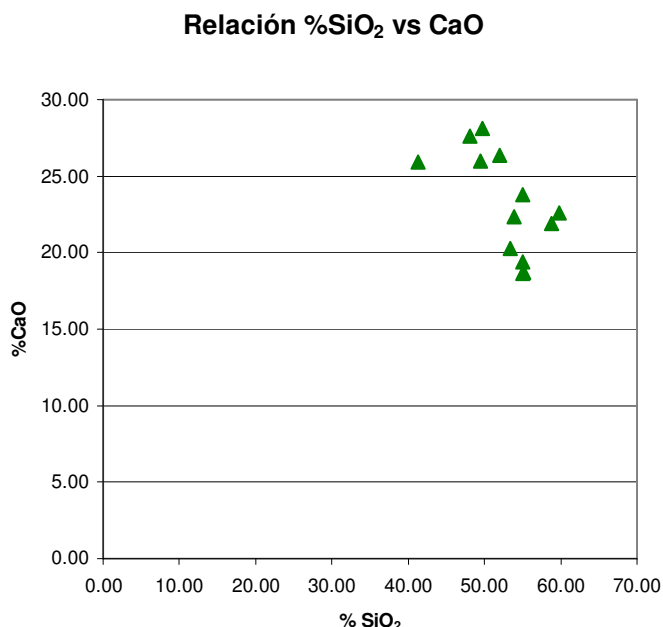


Figura 22.

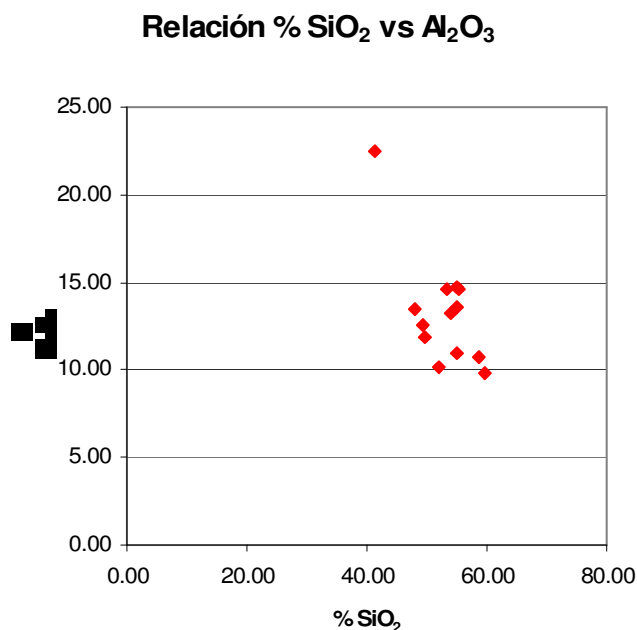


Figura 23.

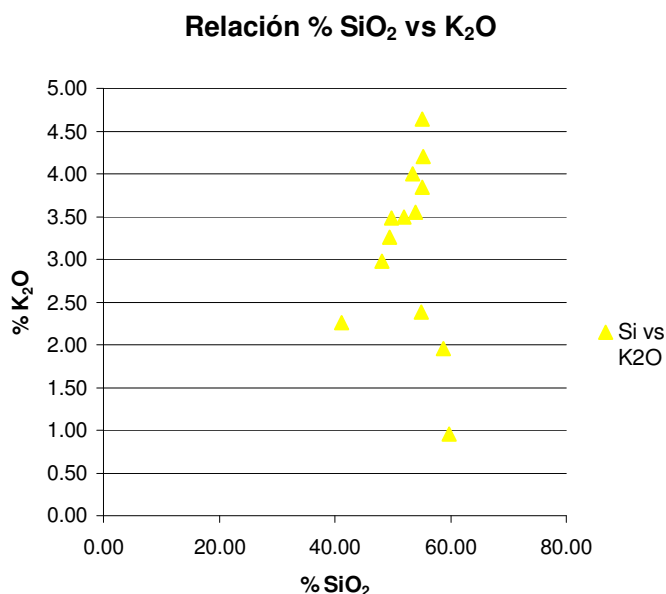


Figura 24.

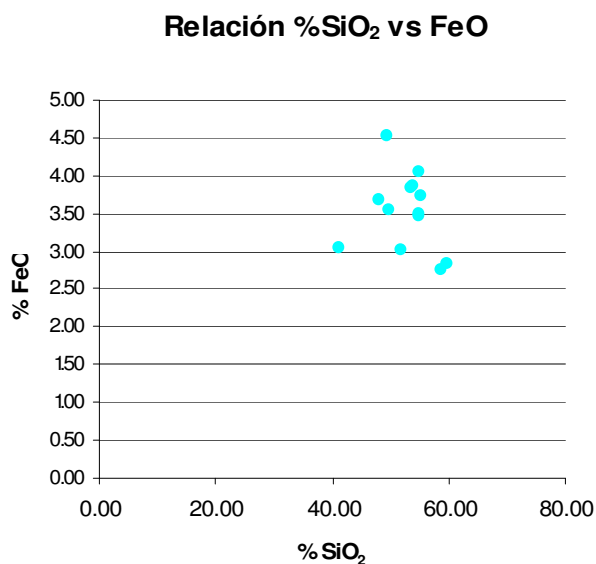


Figura 25.

Se han correlacionado los porcentajes de sílice con los de otros óxidos en las pastas cerámicas (**Tabla 3**). A grandes rasgos, se verifica que los contenidos en calcita de estas

pastas cerámicas son bastante altos (lo que ha sido ya descrito en trabajos anteriores [24]). Se nota también que la composición en óxido de potasio (Figura 24) presenta una cierta heterogeneidad dentro del conjunto de piezas analizado. Los contenidos en óxido de hierro, otro componente minoritario considerado, revelan también grande similitud. Los contenidos en alúmina aparecen también muy agrupados (Figura 23), con excepción de la muestra 11. Esta contiene 22.5% de alúmina y se posiciona claramente fuera del restante grupo de muestras analizadas. Como los valores de desviación standard asociados a esta medida son bastante altos en relación a los otros, este resultado puede deberse a enriquecimiento local en compuestos de aluminio.

4.3. Difracción de rayos X

La difracción de rayos X es una técnica de análisis que mide las interferencias constructivas de la radiación con planos cristalinos y permite así identificar las especies en cuestión. Correlacionando esos datos con las temperaturas de formación de cada una de esas especies, conseguimos obtener información sobre la temperatura a que han sido calentadas las piezas. En este caso, el objetivo era determinar temperaturas de cocción de la pasta cerámica, conocidos sus componentes.

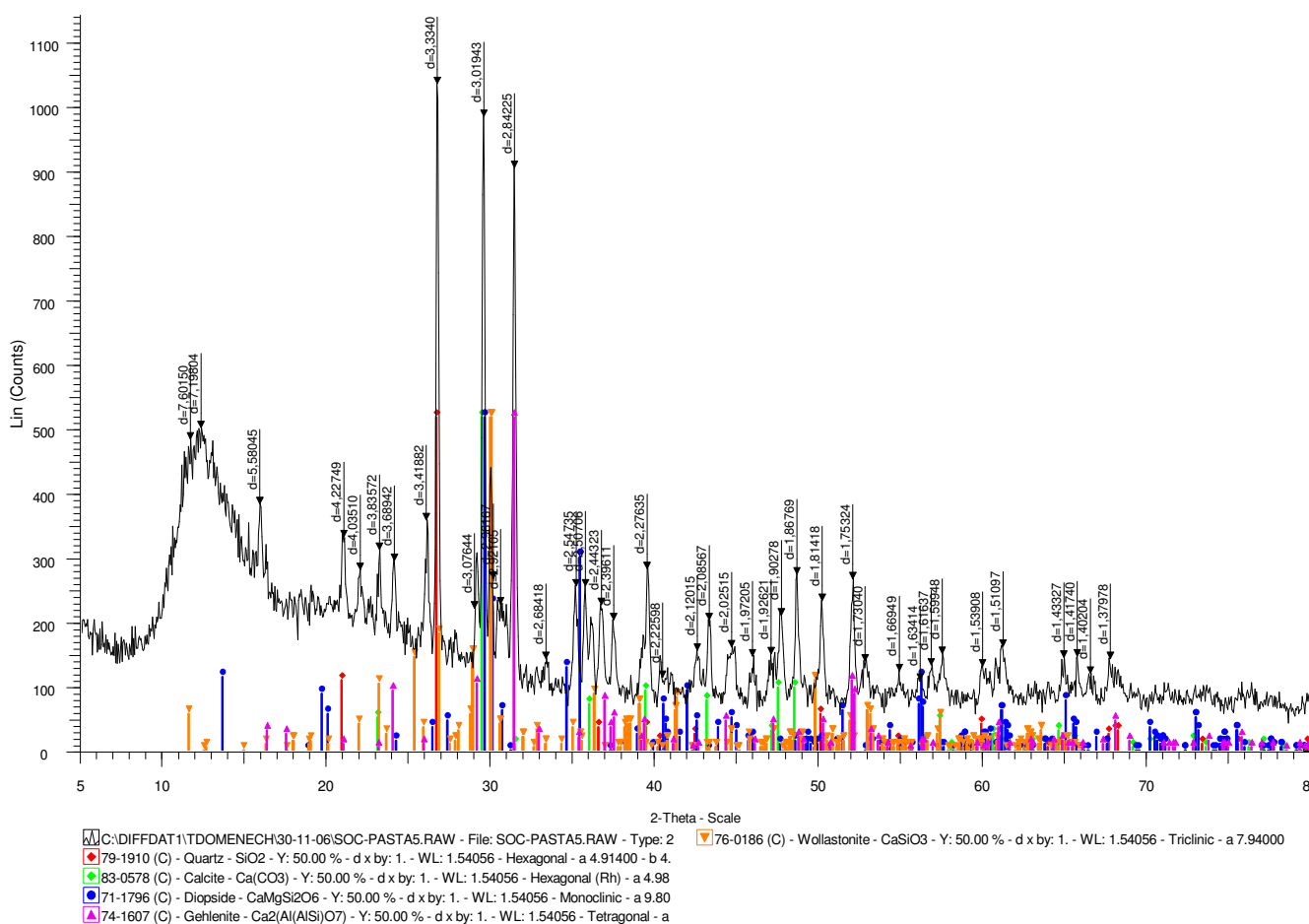


Figura 26. Espectro obtenido por análisis de la pasta del socarrat 5 por DRX

Tabla 4. Evaluación cualitativa de la intensidad espectral de los picos correspondientes a las especies cristalográficas de las pastas cerámicas de los *socarrats* analizadas por DRX (MI = muy intenso, I = intenso, M = moderado, D = débil)

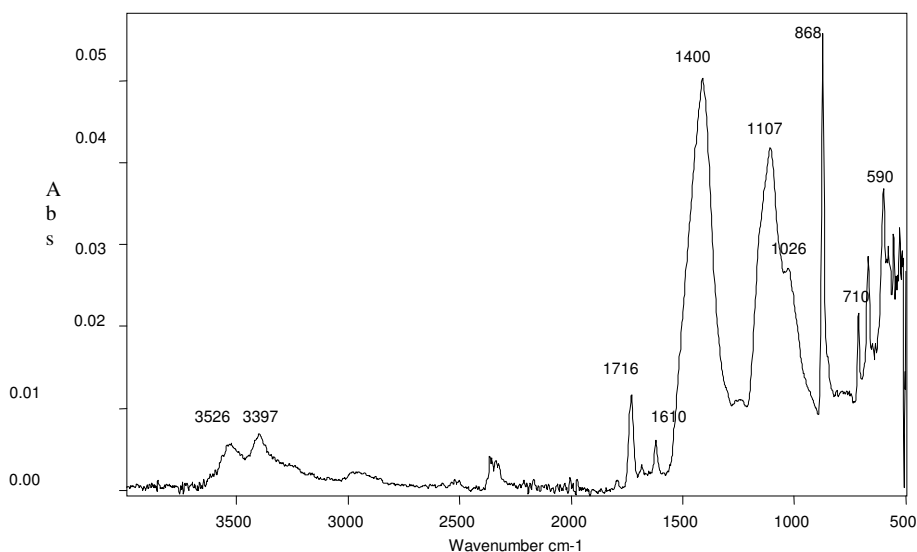
	Principales d (Å) considerados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cuarzo	3,34; 4,26; 1,817	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
Calcita	3,35; 3,86; 2,285	M	I	M	I	MI	MI	M	MI	MI	M	M	MI	MI	MI	MI	M
Gehlenita	2,85; 2,404; 3,07	I	D	M	M	MI	M	M	M	M	M	M	D	M	M	MI	M
Diópsido	2,991; 2,952; 2,893	D	-	D	D	D	-	-	D	M	-	-	-	M	D	-	-
Wollastonita	3,510, 1,826	-	D	D	D	D	D	D	D	M	D	-	D	-	-	-	-

En las pastas se ha hallado cuarzo como mineral presente en abundancia. También se han identificado calcita diópsido, gehlenita y wollastonita. La presencia de gehlenita y diópsido, sugiere que estas cerámicas fueron calentadas en torno a los 1000 °C.

4.4. Espectrometría de infrarrojo por transformada de Fourier

La espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier es una técnica que se basa en las variaciones en el momento dipolar de las moléculas y se traducen en transiciones energéticas que vemos reflejadas en bandas de absorción. Con la realización de este análisis se pretendía confirmar los datos obtenidos por SEM-EDX, que apuntaban a la presencia de calcita y/o yeso en la capa blanca de los *socarrats*.

Tabla 5. Análisis por FTIR de la capa blanca del *socarrat* 2



Capa Blanca Socarrat 2

Bandas observadas (cm⁻¹)	Asignación de las bandas
3526, 3397	Tensión del grupo O-H
3397	Tensión del grupo O-H
1716	Tensión del grupo C=O (éster)
1610	Deformación del grupo O-H
1400	Tensión del grupo CO ₃ ²⁻
1107	Tensión del grupo SO ₄ ²⁻
1026	Tensión del grupo Si-O-S
868	Tensión del grupo CO ₃ ²⁻
710	Tensión del grupo CO ₃ ²⁻
590	Tensión del grupo SO ₄ ²⁻

Con este análisis, se ha confirmado la presencia de carbonatos y sulfatos de calcio (yeso) en la capa blanca. En este conjunto de *socarrats* todos los espectros presentan una señal clara de carbonato. La presencia de sulfatos se debe a la alteración de la calcita a yeso. La detección de silicatos puede deberse a la contaminación de la capa blanca por tierra del entorno o por la pasta cerámica. Puede también deberse a trazas de sílice presentes en la cal. La consolidación de algunas piezas ha sido documentada, por eso se detecta un grupo carbonilo [20].

4.5. Voltamperometría de micropartículas

La voltamperometría de micropartículas de onda cuadrada permite identificar la composición mineralógica de los compuestos de hierro debido a su alta especificidad y sensibilidad. En trabajos anteriores ha sido utilizada para la identificación de tierras en muestras pictóricas [25],[26],[27]. En este trabajo, ha aportado información acerca de la estructura cristalina y el estado de oxidación de las especies presentes en las pinturas roja y negra.

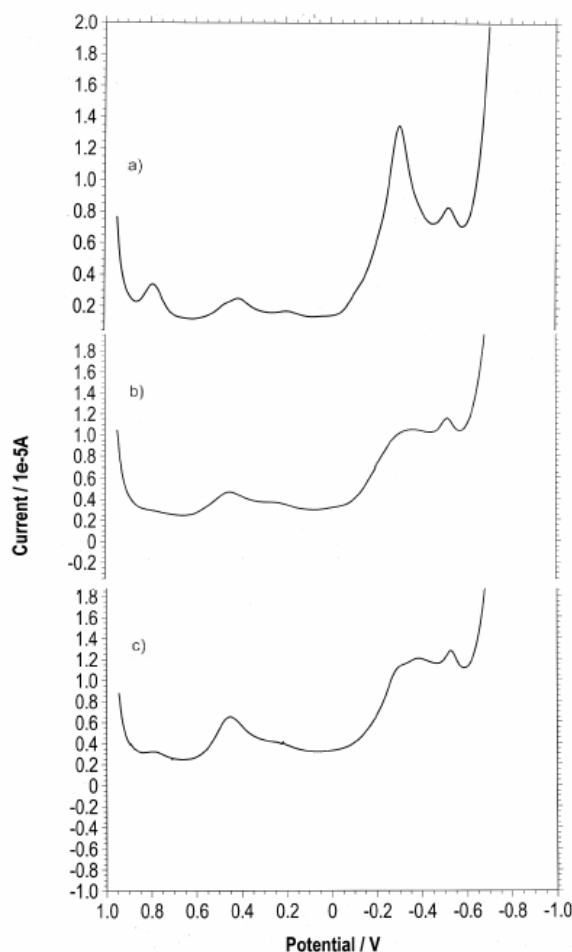


Figura 27. Voltagramas de onda cuadrada de los socarrats 4 , 14 y 16 (a, b y c, respectivamente).

La presencia de Fe en un espectro de rayos X (**Figura 21**) del pigmento rojo indicaba que se trataría de óxido de hierro. Este mismo resultado se confirma mediante voltagramas (**Figura 27**) obtenido en micromuestras de este mismo pigmento rojo en los que aparece señal fuerte de hematita.

La mayoría de las muestras exhiben un perfil voltamétrico donde aparece un pico alargado a -300 mV y otro a -525 mV. El primero se puede atribuir a la presencia de hematita hidratada y el segundo a hematita cristalina, lo que significa que la muestra no ha sido sometida a calentamiento significativo (a 500 °C la hematita cambia a maghemita y ésta cambia parcialmente a magnetita a 600 °C [28]). En la muestra 4 (**Figura 27, línea a**) se nota la señal particularmente intensa de hematita cristalina, que puede estar asociada a una preparación

distinta del pigmento utilizado o a una menor alteración del pigmento cristalino a su forma hidratada.

La ausencia de señal de elementos característicos en el espectro de rayos X obtenido en la muestra del pigmento negro sugería, que se tratara de negro carbón (**Figura 18**). Este mismo resultado se ha confirmado por voltamperometría, en el que tampoco se ha hallado indicios de negros metálicos como Fe o Mn.

Correlacionando los datos obtenidos por SEM-EDX, FTIR y Voltamperometría, se puede afirmar que las capas pictóricas del conjunto de *socarrats* analizados no han sido sometidas a un proceso de coacción.

4.6. Envejecimiento artificial

Se han envejecido artificialmente las réplicas de *socarrats* producidas con el objetivo de entender cuales puede ser los principales agentes de alteración de este tipo de piezas. Los datos obtenidos por medición colorimétrica se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Variaciones de las coordenadas cromáticas L*, a*, b* y E en las réplicas sometidas a envejecimiento artificial. SE = exposición natural, HT = humedad y temperatura, UV = ultra-violeta, SO = SO₂, ME = todos los procesos

	Blanco				Negro Mn				Negro C				Rojo Almagra			
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
SE	-0.51	0.08	0.47	0.70	20.89	-1.84	-5.25	21.62	7.02	-0.22	-0.62	7.06	8.40	-13.34	-27.88	32.03
HT	-0.48	0.04	0.61	0.77	18.54	-1.68	-4.23	19.09	6.90	-0.24	-0.45	6.92	6.40	-13.67	-27.65	31.50
SO	-1.31	-0.07	2.31	2.66	25.21	-1.65	-3.16	25.46	1.88	-0.11	0.68	2.00	8.49	-14.67	-27.72	32.50
UV	-0.32	0.09	0.27	0.43	20.02	-1.80	-4.55	20.61	7.91	-0.26	-0.61	7.94	8.66	-12.69	-28.16	32.08
ME	0.55	0.03	1.27	1.38	27.39	-1.80	-3.34	27.65	1.52	-0.13	0.16	1.54	8.96	-14.46	-27.97	32.74

En primer lugar, es importante referir que entre todos los procesos de envejecimiento acelerado considerados hay una tendencia general para una evolución en el sentido de un aclarado ($\Delta L^* > 0$), una evolución para verde ($\Delta a^* < 0$) y azul ($\Delta b^* < 0$). La sumisión a todos los procesos de envejecimiento artificial, como sería de esperar, ha producido los cambios más grandes en casi todos los casos. La primera observación no se verifica en la serie blanca, y la segunda no se verifica en la serie Negro C.

En la serie de muestras blancas, se han observado cambios muy poco significativos en relación a los verificados con otros colores. Se ha producido un ligero amarillamiento ($\Delta b^* > 0$) en todos los procesos pero este ha sido más significativo con SO. Un dato importante es que estos equipos colorimétricos tienen bajas resoluciones para valores situados en los extremos del intervalo de la coordenada L, como es el caso. Como las variaciones han sido pequeñas, este dato se hace más importante.

La serie negro Mn ha sido la serie donde mejor se ha podido observar visualmente el efecto de cada uno de los procesos, en particular, el de SO. Se ha revelado más sensible a UV que a HT. La serie negro C ha sufrido cambios menores que negro Mn pero los resultados

obtenidos se diferencian de aquellos de otras series. Esta serie se ha revelado la menos sensible al processo SO₂, y más fotosensible (UV). El bajo valor obtenido para ME, debe estar relacionado con la formación de productos inestables y eventual anulación de los cambios cromáticos por los sucesivos procesos.

La serie rojo almagra ha sufrido cambios semejantes en todos los procesos, lo que hace suponer una elevada sensibilidad de este pigmento a todos los agentes de degradación.

Se debe añadir que se han dejado las muestras SE expuestas al aire para entender el cambio cromático que podía ocurrir naturalmente. Sería necesario aumentar los tiempos de exposición en cada proceso de envejecimiento artificial ya que en todos los casos las variaciones obtenidas por procesos artificiales son similares a las conseguidas naturalmente.

4.7. Desalación

La desalación es un proceso de intervención habitual en la conservación y restauración de materiales porosos por el generalmente empiezan los tratamientos de limpieza. Sin embargo, muchos de ellos habían ya experimentado un lavado para eliminación de tierra [20]. Por lo tanto, la mayoría ofrecían un aspecto algo limpio si bien presentaban aún señales de contaminación por sales como velos blancos, tierras y morteros adheridos que podían ser testimonio de un proceso de ese tipo. Debido a que la capa blanca y las de pintura, se mostraban inestables y asumiendo una postura de precaución, la opción considerada fue la desalación con compresas o papetas.

Los productos y metodologías utilizadas para desalación son bastante variados [29]. La elección de la pulpa de celulosa en alternativa a arcillas como material absorbente se basó en la necesidad de obtener una interferencia mínima del material absorbente en la medición de la conductividad. Así, se realizaron pruebas de desalación sobre réplicas sometidas al proceso de envejecimiento acelerado ME y contaminadas con NaCl, utilizando las pulpas BW40, BC200 y BC1000 (largo creciente de las fibras de celulosa).

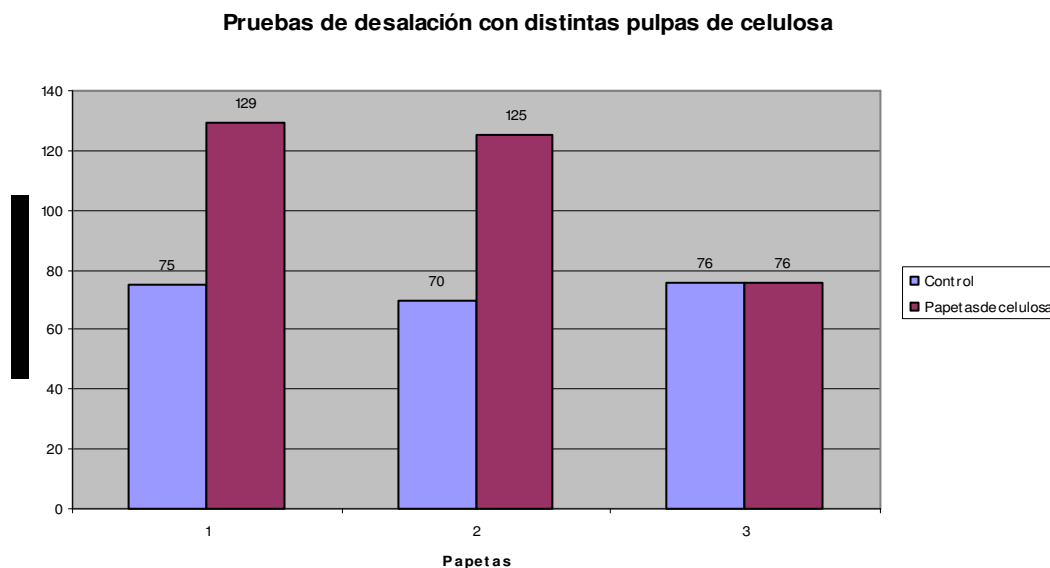


Figura 28. Gráfico de conductividades obtenidas en desalación con las pulpas de celulosa BW40 (1), BC200 (2) y BC1000 (3) de Arbocel® sobre réplicas contaminadas

Los datos obtenidos pusieron de manifiesto que BW40 y BC200 proporcionaron niveles de desalación similares. Se ha considerado también la necesidad de obtener una adhesión y contacto óptimos de las papetas con la superficie a desalar. Con longitudes de fibra más cortas, disminuyen los espacios vacíos en la papeta y se logran los objetivos de optimización ya referidos. Por eso se prefirió la pulpa BW40 para proceder a las desalaciones.

A continuación, se realizaron pruebas de determinación de la contaminación salina sobre cada uno de los *socarrats*, siguiendo la misma metodología aplicada en las réplicas analizadas, colocando las papetas sobre el reverso de las piezas. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Pruebas de desalación realizadas sobre socarrats

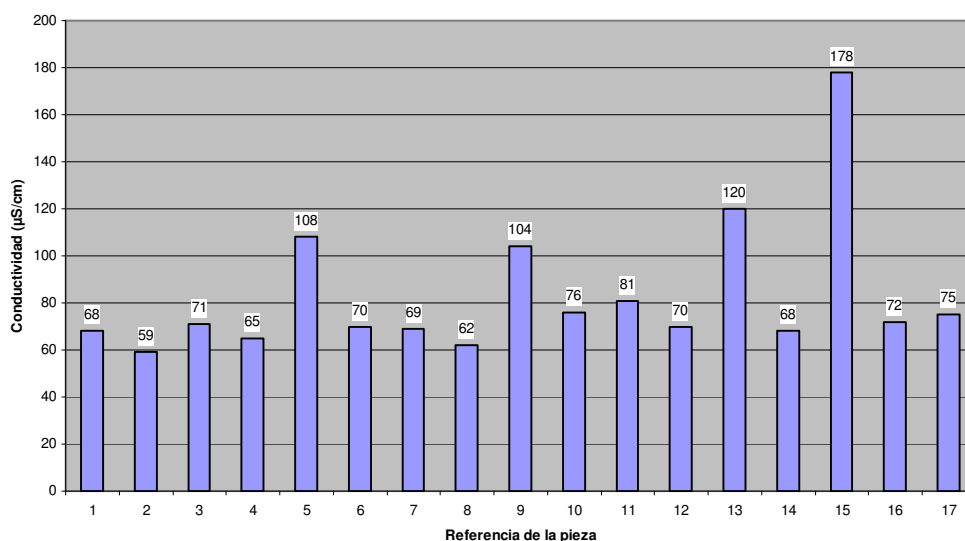


Figura 29. Gráfico de conductividades obtenidas en pruebas de desalación sobre *socarrats* (la referencia 17 es de una papeta de control)

Tras los resultados de determinación de sales en los reversos se consideró necesario efectuar un tratamiento de eliminación de las mismas sobre las piezas 5, 9, 13 y 15, ya que las conductividades de los extractos salinos de estas papetas superaban las de la papeta de control.

Pruebas de desalación sobre reverso y anverso de los socarrats 5, 9, 13 y 15

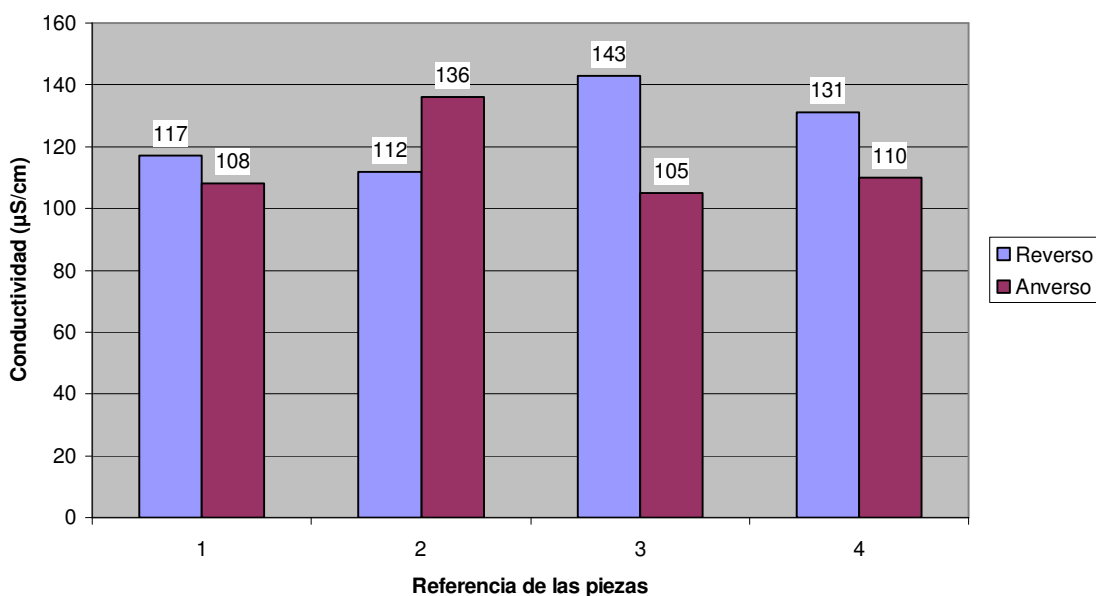


Figura 30. Gráfico de conductividades obtenidas en operaciones de desalación efectuadas sobre el anverso y el reverso de los *socarrats* 5 (1), 9 (2), 13 (3) y 15 (4)

Los resultados obtenidos en estas operaciones nos revelaron contenidos en sales poco significativos que además se mantuvieron estables con la aplicación de una segunda papeta. Por este motivo, se optó por finalizar el proceso de desalación[30].

4.8. Limpieza

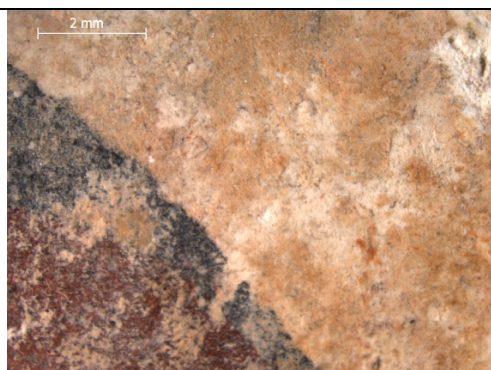
Debido a la naturaleza híbrida de este tipo de objetos, muchas de las técnicas de limpieza habitualmente aplicadas a materiales cerámicos no se adaptaban a las problemáticas que se nos presentaban. Por la similitud que la superficie pictórica sobre la cual íbamos a intervenir presentaba con la pintura mural, se buscaron técnicas de limpieza aplicadas a este soporte [31]. Han sido objeto de pruebas de limpieza los *socarrats* 5, 9 y 15.

Sobre el *socarrat* 5 (**Figura 11**) se experimentaron gomas Wishab® de varias durezas. Estas no han probado ser válidas para la eliminación de tierra fuertemente adherida, ya que han creado brillos sobre ella, sin eliminarla. Para evitar la creación de esos mismos brillos, se ha decidido no hacer el experimento sobre las otras dos piezas.

A la vista de lo expuesto, se ha decidido aplicar técnicas de limpieza en húmedo, ya que todos los depósitos y concreciones revelaban una fuerte adhesión al soporte. Asimismo, se decidió empezar la limpieza con la aplicación de una papeta de celulosa, siguiendo la metodología aplicada a la desalación, con el objetivo de reblandecer las concreciones. El agua ha sido el disolvente elegido para efectuar pruebas de limpieza con cepillo, hisopo y pincel. Se ha probado también la limpieza con hisopo y una solución de Synperonic® a 5% (v/v) en agua desionizada. Para la eliminación de restos de cal, se ha experimentado el levantamiento a punta de bisturí. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 7. Resultados de limpieza sobre los *socarrats* originales

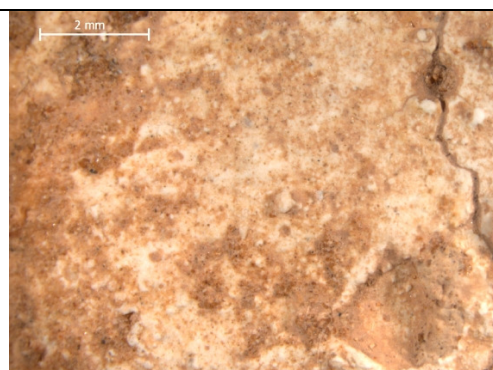
Limpieza con cepillo (<i>socarrat</i> 5)	
Antes	Después
	
Limpieza con hisopo (<i>socarrat</i> 15)	
Antes	Después



Limpieza con pincel (*socarrat* 5)

Antes

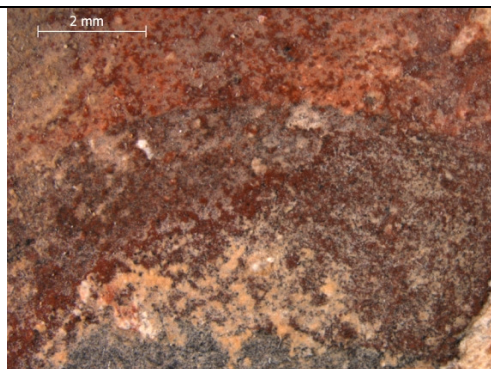
Después



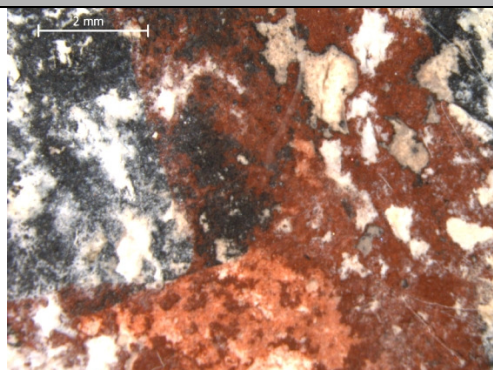
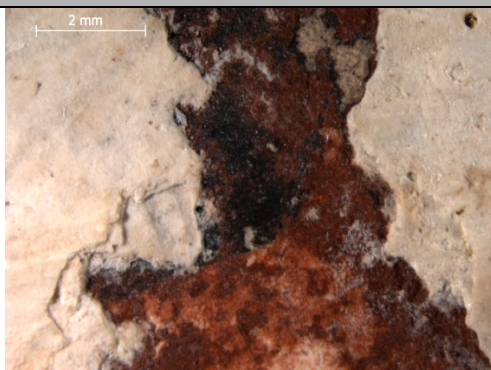
Limpieza con hisopo (Synperionic 5%v/v) (*socarrat* 9)

Antes

Después



Limpieza con bisturi (*socarrat* 9)



Las pruebas de limpieza realizadas han revelado la gran fragilidad de la pintura negra y roja de los *socarrats*. Todas las pruebas de limpieza efectuadas han sido acompañadas del destacamento de partículas de pintura negra o roja.

La limpieza con pincel en la dirección de la impronta se ha revelado idónea para la capa blanca. Aún así la aplicación del hisopo sobre esta capa es preferible en zonas donde esta se revele menos resistente.

Los resultados apuntan para la necesidad de especial precaución en la limpieza de las capas pictóricas. La posibilidad de no actuar sobre la pintura debe de ser considerada en estos casos. La consolidación de toda la superficie pictórica previa a la limpieza ofrecerá dificultades adicionales y desnecesarias. Como alternativa, podrá ser considerada la consolidación puntual sobre las áreas más debilitadas[32].

5. CONCLUSIÓN

Este estudio ha pretendido abordar de una forma exhaustiva las problemáticas relacionadas con la conservación y restauración de *socarrats*.

La caracterización del soporte cerámico y pictórico se ha revelado imprescindible, no solamente para el planeamiento consciente de la intervención pero para clarificar una cuestión desde hace mucho debatida por los estudiosos de la cerámica.

Las problemáticas más evidentes en este tipo de piezas están relacionadas con la poca cohesión y adhesión revelada por la pintura negra y roja. La limpieza en húmedo sin consolidación previa debe ser considerada una alternativa de intervención siempre que las capas pictóricas revelen consistencia suficiente.

El estudio de otros conjuntos de estas piezas tan particulares permitirá seleccionar con más propiedad las técnicas de limpieza y consolidación y serán la llave para su preservación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] LACREU, J., *Diccionari Valencià*, 2ª edición, Edicions Bromera, coedición de la Generalitat Valenciana y Institut Universitari de Filologia Valenciana, Valencia (1996) p. 1893.
- [2] LABARTA, A. y BARCELÒ, C., 'Socarrats valencianos con escritura árabe, Inventario provisional' in *Al-Qantara* VII fasc1-2 (1986) p. 468.
- [3] COLL CONESA J., 'Aplicaciones populares ornamentales sobre soporte cerámico en la arquitectura española' en *Visión global y acción local, Actas del IV simposio internacional de investigación cerámica y alfarera*, Centro Agust de Investigación Cerámica y Alfarera (1993), pp. 95-96.

- [4] LÓPEZ, I., MARTÍNEZ, M. T. y MARTÍ X., *El Socarrat, Propuesta de estudio*, monografía, Valencia (2000) pp. 15, 68.
- [5] AUTOR DESCONOCIDO, 'socarrat.net' <http://www.socarrat.net/noriap.jpg> (acceso el 10-10-2006).
- [6] SOLER FERRER, M. P. 'Islam y cerámica mudéjar' en *Historia de la Cerámica Valenciana*, vol 2, Ediciones Vicent García, Valencia (1988) pp. 237-249.
- [7] PÉREZ CAMPS, J., Museo de Cerámica de Manises, información verbal (Febrero 2007).
- [8] MILETO, C., VEGAS, F., CRISTINI, V., y DIODATO, M., 'Constructive features of the historical architecture at Valencia city', en *Arché* **1** (2006), pp. 301,303
- [9] GONZÁLEZ MARTÍ, M., 'Azulejos y socarrats' en *Cerámica de Levante Español*. Siglos Medievales, Tomo III, Ed. Labor, Barcelona (1952). pp 337-538.
- [10] PÉREZ CAMPS, J., 'Les col·leccions del Museu de Ceràmica de Manises, Un patrimoni per descobrir', *Gasetta Cultural*, **22**, (2003) pag 11.
- [11] COLL CONESA, J., 'La cerámica de los siglos XVI y XVII (1500-1700)' en *Historia de la Cerámica Valenciana*, www.avec.com/lcv/cap11.pdf (acceso en 10-5-2007) pp. 138-144.
- [12] RIBERA I TARRAGÓ, J., 'Los ladrillos moros de la Xara', en *Boletín de la Real Academia de la Historia*, **XV** (1889) pp. 542-549.
- [13] ALMARCHE VÁZQUEZ, F., 'Cerámica de Paterna, Els Socarrats' en *Archivo de Arte Valenciano*, **Año 10**, Valencia (1924) pp. 30-51.
- [14] BLAT MONSÓ, A., 'Veinte años en Paterna', *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, **6** (1962) pp 527-529.
- [15] LLUBIÁ, L., *Cerámica Medieval Española*, Editorial Labor, Barcelona (1967) p. 22.
- [16] CIRICI, A., *Ceràmica Catalana*, Edicions Destino, Barcelona (1977) pp. 173-180.
- [17] PITA, J y TORRIJOS, E., *Informe sobre la restauración de la colección de socarrats del Museo Nacional de Cerámica*, informe de restauración, Valencia (1999).
- [18] DOMENECH-CARBÒ, M. T. y AURA CASTRO, E., *Informe analítico: fragmentos de socarrats valencianos*, informe analítico, Valencia (2002).
- [19] COLL CONESA, J. y PÉREZ-CAMPS, J., 'Aspectos de la fabricación en la cerámica de Manises (siglos XIV - XVI)' en *IV Congreso de Arqueología Medieval Española*, **Tomo III**, Alicante (1993) pp 881, 888.
- [20] BLANES, S., *Museu de Ceramica de Manises, Inventario General, Restauración 1 y 2*, Informe interno, Manises, (2003).
- [21] FRANCO, B., GISBERT, J. NAVARRO, P. y MATEOS, I., 'Deterioro de los materiales pétreos por sales: cinética del proceso, cartografía y métodos de extracción', http://ge-iic.com/files/1congreso/Franco_Belen.pdf (acceso en 6-4-2007).
- [22] NUNES, C., *Dessalinização por compressas, guia para investigação e intervenção*, manual de procedimiento técnico, Lisboa (2007).

- [23] PATERAKIS, A., 'The desalination of consolidated ceramics' en *Glass, Ceramics and related materials, Interim Meeting of the ICOM-CC working group*, Vantaa (1998).
- [24] AURA CASTRO, E., '*Desarrollo de procedimientos metodológicos para caracterización, restauración y conservación de piezas cerámicas medievales (siglos XII-XV) de Paterna y Manises*', tesis doctoral, Valencia (1996) p. 104.
- [25] DOMÉNECH, A., DOMÉNECH, M. T., GIMENO, J. V., BOSCH, F., SAURÍ, M. C. y SANCHÉZ, S., *Analyst* **126** (2001) p. 1764.
- [26] GRYGAR, T., BEZDICKA, P., HRADIL, D., DOMÉNECH, A., MARKEN, F., PIKNA, L. y CEPRIÁ, G., *Analyst* **127** (2002) pp. 1100-1107.
- [27] DOMÉNECH, A., DOMÉNECH, M. T. y EDWARDS, H.G.M., documento submetido.
- [28] MENDELOVICI, Y. S., *Mat. Chem.* **5** (1980) pp. 37-61.
- [29] OAKLEY, V. y BUYS, S., *Conservation and Restoration of Ceramics*, BH, pp. 95-98.
- [30] KOOB, S. y NG, W. Y., 'The desalination of ceramics using a semi-automated continuous washing station' en *Studies in Conservation* **45** (2000) p. 271.
- [31] MORA, L., MORA, P. y PHILIPPOT, P., UYS, *La Conservazione dell pitture murali*, 2ª ed., Compositori, Bologna (2001) pp 318 – 328.
- [32] DEI, L., CHELAZZI, D., GIORGI, R. y BAGLIONI, P., *Nanotecnologías para la conservación del patrimonio cultural* en 'La Chimica e l'Industria' **10** (2005)

7. AGRADECIMIENTOS

Elvira Aura Castro, Teresa Doménech Carbò, DCRBC-FBBAA-UPV, IRP-UPV, Josep Pérez Camps (Museo de Cerámica de Manises), Antonio Doménech Carbò (UV), Francisco Roig, Miguel Silva

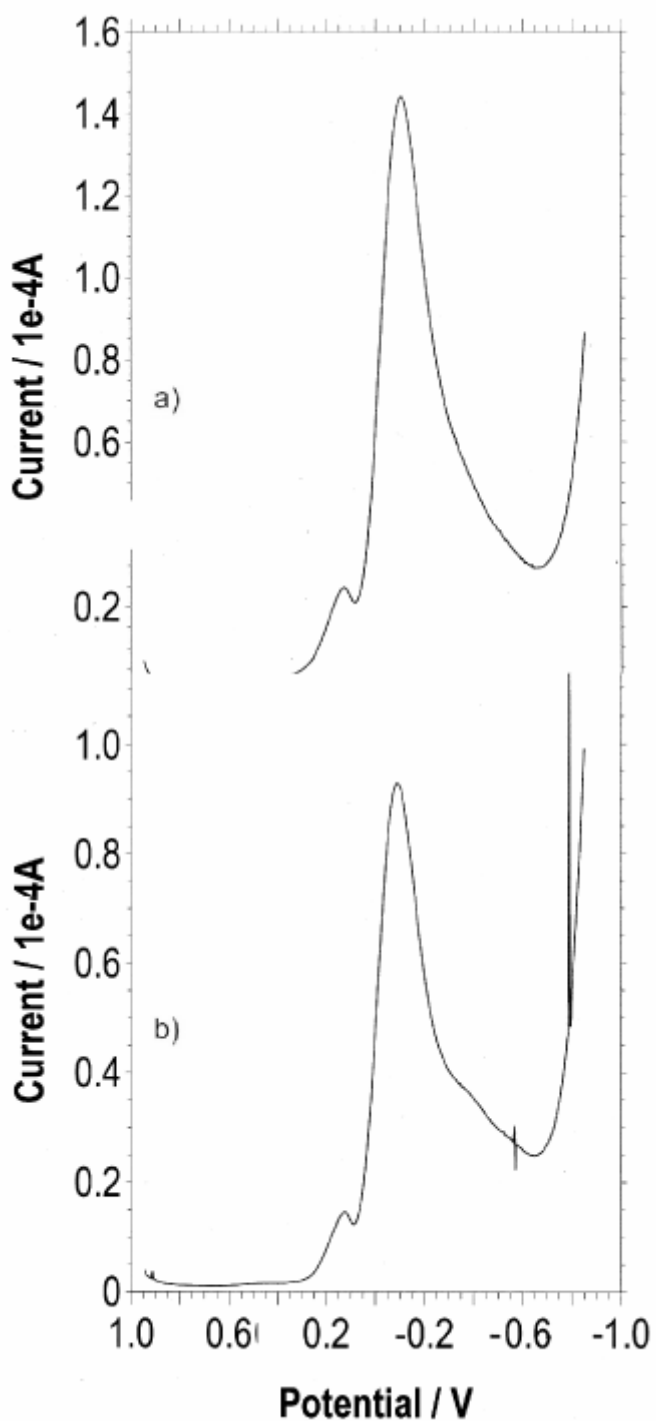
8. ANEXOS

8.1. *Tabla de resultados del análisis cuantitativo de las pastas cerámicas*



Los porcentajes indicados se refieren a la masa de óxidos presente.




	1		2		3		4		5		6		7	
Na ₂ O	0.53				0.42	± 0.06	0.41	± 0.03	0.77	± 0.29	0.41		0.36	± 0.00
MgO	2.82	± 0.28	2.18	± 0.17	2.46	± 0.19	2.36	± 0.15	2.26	± 0.08	1.76	± 0.25	1.66	± 0.11
Al ₂ O ₃	10.97	± 1.10	14.64	± 0.61	14.70	± 0.32	13.43	± 1.70	9.79	± 0.58	11.84	± 3.01	13.27	± 0.53
SiO ₂	54.96	± 4.87	53.39	± 2.10	55.03	± 1.57	48.13	± 2.45	59.74	± 2.46	49.77	± 8.10	53.92	± 1.70
P ₂ O ₅														
SO ₃	0.73		0.71	± 0.09	0.67		0.86	± 0.24	0.48	± 0.04	0.86	± 0.25	0.66	± 0.23
K ₂ O	2.38	± 1.20	4.00	± 0.10	3.84	± 0.23	2.98	± 0.19	0.95	± 0.19	3.48	± 0.82	3.55	± 0.11
CaO	23.80	± 3.67	20.29	± 0.52	18.63	± 0.82	27.60	± 3.52	22.62	± 1.47	28.10	± 12.54	22.37	± 0.36
TiO ₂	1.14	± 0.23	1.18	± 0.32	0.60	± 0.21	0.62	± 0.09	0.72	± 0.20	0.51	± 0.07	0.69	± 0.08
FeO	3.49	± 0.18	3.83	± 0.19	4.05	± 0.06	3.69	± 0.44	2.83	± 0.39	3.54	± 0.60	3.85	± 0.28
	8		9		10		11		13		16			
Na ₂ O	0.40	± 0.11	0.68	± 0.12	0.60		0.52	± 0.07	0.56	± 0.02	0.48	± 0.05		
MgO	1.99	± 0.12	2.13	± 0.25	2.63	± 0.28	3.14	± 0.63	3.12	± 0.36	1.96	± 0.15		
Al ₂ O ₃	14.64	± 0.82	10.76	± 0.73	10.16	± 0.49	22.50	± 4.36	12.55	± 0.58	13.54	± 1.27		
SiO ₂	55.20	± 2.72	58.82	± 2.12	52.00	± 3.49	41.23	± 2.48	49.44	± 4.23	55.08	± 2.46		
P ₂ O ₅	0.95													
SO ₃	0.46	± 0.01	0.76	± 0.04	1.59	± 1.35	1.01	± 0.20			0.66	± 0.13		
K ₂ O	4.21	± 0.22	1.96	± 0.61	3.49	± 0.37	2.26	± 0.35	3.26	± 0.21	4.64	± 0.55		
CaO	18.68	± 2.23	21.93	± 1.96	26.36	± 0.99	25.90	± 1.28	25.98	± 3.15	19.39	± 0.44		
TiO ₂	0.68	± 0.31	0.71	± 0.36	0.83	± 0.31	0.48	± 0.11	0.56	± 0.03	0.63	± 0.22		
FeO	3.72	± 0.34	2.74	± 0.09	3.02	± 0.30	3.04	± 0.27	4.53	± 0.34	3.47	± 0.14		

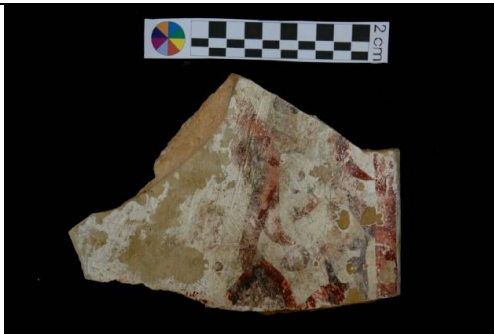


8.2. Voltagramas obtenidos con óxido de hierro y hematita española








8.3. Tabla de datos variados relativos a los socarrats analizados




Numeración	Fotos	Datos Inventario			Datos excavaciones arqueológicas		Datos observación directa	Datos de conservación y restauración
		Número	Local de hallazgo, número de série	Unidad estratigráfica	Descripción	Fecha estratigráfica		
1		4300	Calle Isabel la Católica, 11	1139	Socarrat. Tipo acegria. Acegria rectilínea constante con ladrillos macizos trabados con mortero de cal, inclinación hacia el sur	Fase III	Velo generalizado, marcas micelas de hongos ou de raíces, depósitos en zonas de fractura, micropicado pontuado a negro	
2			Calle San Juan 3, CSJ-3-2	1098/2	Relleno. Tierra arcillosa de color marrón compacta Interpretación Nivelación para colocar encima el pavimento	Mediados XV	Faltas de capa, poca suciedad, la que hay es negra	Consolidación con Primal AC 33 al 5% en agua desionizada

3			Major 15		Hallazgo fuera de contexto arqueológico (obra)		Suciedad con aspecto de gotas de cemento	
4			San Juan 3, CSJ3-3	1191	Relleno heterogéneo de tierra arenosa. Mortero de cal descompuesto y abundantes fragmentos de azulejo procedentes del pavimento de la UE 1141	La zanja XVII	Brillos	Consolidación con Primal AC 33 al 5% en agua desionizada
5			CMD 59		Hallazgo fuera de contexto arqueológico (obra)		Suciedad tiene aspecto de tierra y está presente en grande cantidad, compuesto por tres fragmentos	

6			San Juan 3, CSJ3 - 1	1111 Muro	Alzado de tapial de tierra arcillosa con verdugadas irregulares de ladrillos macizos dispuestos a tizón. Apoya sobre la cimentación de hormigón de cal de la UE 1120	Construcción mediados XV	Brillos y suciedad negra	Consolidación con Primal AC 33 al 5% en agua desionizada
7			San Juan 3, CSJ3	1122	Relleno tierra arcillosa de color rojizo con algo de escombros de construcción	Función: Relleno de final XIX	Brillos, suciedad marrón	Consolidación con Primal AC 33 al 5% en agua desionizada
8		4139	San Juan 3	1137	Tierra arcillosa compacta y húmeda de color marrón pardo con arenas más claras, de coloración tirando a rosado. Algunas piedras de la capa superior y presencia de materia orgánica descompuesta. Relleno y amortización de la UE 1138	Siglo XVII	Brillos, suciedad punteada y en grietas; ligero velo blanquecino	Consolidación con Primal AC 33 al 5% en agua desionizada

					(indicación director Museo Manises: En un pozo) UE 1138			
9			Sagrari, 29	S29-2 Limpieza 2	Estructuras bajo medievales que se limitan a cimentación de muretes, probablemente de viviendas dado el material que se les asocia, azulejo XV y principio XVI. Se encontraron además de estos azulejos rellenos de nivelación de los llamados <i>socarrats</i>			
10			Major, 11 CM-11-1		Aparición al limpiar un solar donde se descubrió un pavimento aproximadamente de 1475.			

11			Sagrari, 29	S29-3 Limpieza 3				
12			San Juan 3	1125	Relleno de tierra arcillosa de color oscuro y de superficie compacta y lisa. Presencia de escombros relativamente abundante. Relleno de poco espesor		Brillos consolidación	
13			Major, 15, CM15-2		Hallazgo fuera de contexto arqueológico			

14			Major, 15, CM15-3		Hallazgo fuera de contexto arqueológico			
15			Sagrari, 29	Limpieza 1 S29-1				
16			San Juan, 3	1020 Muro	Pilar rectángulo de ladrillos macizos (27x13x4) dispuestos en hileras horizontales y trabados con yeso. Construcción. Primera crujía. Material reutilizado para hacer el pilar	Siglo XIX finales	Brillos consolidación	